

**MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

Patent Number: JP2001168084  
Publication date: 2001-06-22  
Inventor(s): IKEZAWA NOBUYUKI  
Applicant(s): NEC CORP  
Requested Patent: ☐ JP2001168084  
Application Number: JP19990347744 19991207  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/3065; H01L21/027  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To achieve compatibility between a remaining mask film on a photoresist layer and suppression on a fluctuation in size of a mask on the photoresist layer during a dry etching process on an organic lens coating.

**SOLUTION:** During a dry etching process of an organic lens coating 12, since a gas mixture of sulfur dioxide, oxygen, and chlorine is used, a deposit film 14 is formed of a reactive product, which is produced by the effect of the sulfur dioxide in the gas mixture, on a side wall of a photoresist film 13. The chlorine in the gas mixture improves a selecting ratio of the photoresist film 13 and the organic lens coating 12. Further, since a mixture ratio of sulfur dioxide, oxygen, and chlorine is optimized in the gas mixture, without causing failure in forming a pattern of the organic lens coating 12 or damage to an underlayer of a conductive film 11, it is possible to suppress a fluctuation in size of a mask on the photoresist film 13 and to obtain a remaining mask required for the photoresist film 13 during the following dry etching process of the conductive film 11.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-168084

(P2001-168084A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターミナル\* (参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

F 5 F 0 0 4

21/027

21/30

5 7 4

5 F 0 4 6

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-347744

(22) 出願日

平成11年12月7日 (1999.12.7)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 池澤 延幸

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

Fターム (参考) 5F004 AA02 AA05 AA06 BA04 BA14

BA20 CA02 CA03 DA04 DA26

DA30 DB23

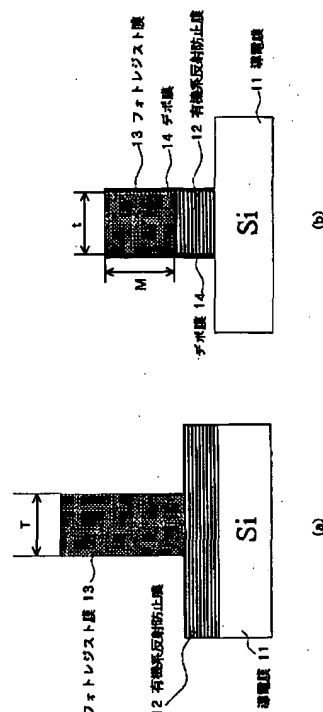
5F046 PA07 PA19

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 有機系反射防止膜のドライエッチング工程時に、フォトリソ層のマスク残膜の確保とフォトリソ層のマスク寸法変動の抑制とを両立させる。

【解決手段】 有機系反射防止膜12のドライエッチング工程時に、エッチングガスとして二酸化硫黄と酸素と塩素との混合ガスを用いているため、混合ガス中の二酸化硫黄が作用して生成された反応生成物によってフォトリソ膜13の側壁にデボ膜14が形成され、混合ガス中の塩素によってフォトリソ膜13と有機系反射防止膜12との選択比の向上が図られる。また、混合ガス中の二酸化硫黄、酸素及び塩素のそれぞれの混合比を最適にすることによって、有機系反射防止膜12のパターン形成不能及び導電膜11の下地膜やられを発生させることなく、フォトリソ膜13のマスク寸法変動が抑制されるとともに、次工程の導電膜11のドライエッチング工程時にフォトリソ膜13に必要とされるマスク残膜が確保される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電膜上に有機系反射防止膜とフォトレジスト膜とを順次成膜する工程と、前記フォトレジスト膜にマスクパターンを形成する工程と、前記有機系反射防止膜に対してエッチングガスによりドライエッチングを行う工程とを含む半導体装置の製造方法において、前記エッチングガスは、二酸化硫黄と酸素と塩素との混合ガスであることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の半導体装置の製造方法において、前記混合ガス中の二酸化硫黄の混合比は、10%～80%の範囲であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の半導体装置の製造方法において、前記混合ガス中の酸素の混合比は、10%～80%の範囲であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法において、前記混合ガス中の塩素の混合比は、10%～60%の範囲であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法において、ICP型ドライエッチング装置によって、前記有機系反射防止膜のドライエッチングを行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項6】 請求項5に記載の半導体装置の製造方法において、前記ICP型ドライエッチング装置の使用条件は、ソースパワーが200W～600Wの範囲であり、かつ、バイアスパワーが20W～80Wの範囲であり、かつ、ガス圧が0.4Pa～6.7Paの範囲であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項7】 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法において、反応性イオンエッチング装置、ECR型エッチング装置及びマイクロ波プラズマエッチング装置のエッチング装置からなる群の中から選ばれたエッチング装置によって、前記有機系反射防止膜のドライエッチングを行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法に関し、特に、有機系反射防止膜に対してエッチングガスによりドライエッチングを行う工程を含む半導体装置の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置を製造する場合には、フォトリソグラフィでフォトレジストにマスクパターンを形成するが、フォトリソグラフィにおける露光工程でフォ

トレジストに入射された入射光の一部がフォトレジストの下地の導電膜にて反射し、この反射光が入射光と干渉することにより定在波効果が生じてしまう。

【0003】このような定在波効果を低減させるための方法としては、フォトレジストに入射された入射光の導電膜における反射を防止するために、フォトレジストの下層に有機系反射防止膜を形成する方法が考案されている。

【0004】ここで、フォトレジストの下層に有機系反射防止膜を形成する場合の半導体装置の製造方法について説明する。

【0005】まず、導電膜上に有機系反射防止膜及びフォトレジスト膜を成膜する。

【0006】次に、導電膜上に成膜されたフォトレジスト膜に対して露光及び現像を行い、これにより、フォトレジスト膜にマスクパターンを形成する。

【0007】次に、有機系反射防止膜に対してフォトレジスト膜をマスクとしてエッチングガスによりドライエッチングを行い、これにより、有機系反射防止膜にマスクパターンを形成する。

【0008】その後、導電膜に対してフォトレジスト膜をマスクとしてエッチングガスによりドライエッチングを行い、これにより、導電膜にゲート電極を形成する。

【0009】従来の半導体装置の製造方法においては、有機系反射防止膜のドライエッチング工程時に、エッチングガスとして塩素と酸素との混合ガスを用いており、例えば、その技術が開平10-303183号公報に開示されている。

【0010】また、エッチングガスとして二酸化硫黄と酸素との混合ガスを用いた技術も開示されている(Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 37(1998)pp.2369-2372)。

【0011】以下に、従来の半導体装置の製造方法における有機系反射防止膜のドライエッチング工程について説明する。

【0012】まず、エッチングガスとして塩素と酸素との混合ガスを用いた有機系反射防止膜のドライエッチング工程について説明する。

【0013】図2は、従来の半導体装置の製造方法における有機系反射防止膜のドライエッチング工程の一例を説明するための図であり、エッチングガスとして塩素と酸素との混合ガスを用いた場合の例を示す。また、図3は、図2に示す有機系反射防止膜22のドライエッチング工程における混合ガス中の塩素の混合比とフォトレジスト層23の状態との関係を示す図である。なお、図3においては、フォトレジスト層23の状態として、有機系反射防止膜22のドライエッチング工程後のマスク残膜Mと、有機系反射防止膜22のドライエッチング工程前のマスク寸法Tからドライエッチング工程後のマスク寸法tへの変動分であるマスク寸法変動とが示されている。

【0014】まず、Siからなる導電膜21上に、100～150nmの膜厚を具備する有機系反射防止膜22と、500nmの膜厚を具備するフォトレジスト膜23とを順次成膜し、フォトレジスト膜23に所望のマスクパターンを形成する(図2(a))。

【0015】その後、有機系反射防止膜22に対してフォトレジスト膜23をマスクとして塩素と酸素との混合ガスによりドライエッチングを行う(図2(b))。

【0016】本従来例においては、エッチングガスとして塩素と酸素との混合ガスを用いているため、混合ガス中の塩素によりフォトレジスト膜23と有機系反射防止膜22との選択比を向上させることができる。

【0017】これにより、図3に示すように、有機系反射防止膜22のドライエッチング工程後のフォトレジスト膜23のマスク残膜Mが250nm以上となり、次工程の導電膜21のドライエッチング工程時にフォトレジスト膜23をマスクとして使用するために必要とされるフォトレジスト膜23のマスク残膜を確保することができる。

【0018】しかしながら、有機系反射防止膜22のドライエッチング工程に用いられる塩素と酸素との混合ガスは、次工程の導電膜21のドライエッチング工程にて用いられるものであるため、図2に示すように、有機系反射防止膜22のドライエッチング工程時に導電膜21も同時にエッチングされてしまう。なお、以下の記載では、有機系反射防止膜22のドライエッチング工程時に導電膜21が同時にエッチングされてしまう現象を下地膜やられと称する。

【0019】通常、導電膜21上の有機系反射防止膜22に対してドライエッチングを行う場合には、混合ガス中の酸素により導電膜21上に数nm厚の自然酸化膜(不図示)が形成され、この自然酸化膜により導電膜21が保護されることになる。

【0020】このため、上述した下地膜やれを防止するためには、混合ガス中の酸素の混合比を増加させて自然酸化膜の膜厚を厚くする必要がある。

【0021】しかしながら、混合ガス中の酸素の混合比を増加させる場合においては、図3に示すように、ライン/スペースの繰返しパターン(以下、L/Sパターンと称する)及び孤立ラインを形成する場合のフォトレジスト膜23のマスク寸法が、共に、有機系反射防止膜22のドライエッチング工程前後で大きく変動してしまう。

【0022】具体例を挙げると、混合ガス中の塩素の混合比が50%前後である場合においては、有機系反射防止膜22のドライエッチング工程後のフォトレジスト膜23のマスク残膜Mとして250μm以上の膜厚を確保することができるが、L/Sパターン及び孤立ラインを形成する場合のフォトレジスト膜23のマスク寸法が、共に、有機系反射防止膜22のドライエッチング工程前

に対してドライエッチング工程後で約0.04μm細くなってしまう。

【0023】また、混合ガス中の塩素の混合比を更に減少させて約20%以下にした場合においては、フォトレジスト膜23のマスク寸法変動等により有機系反射防止膜22に対してマスクパターンを形成することができなくなってしまう。

【0024】次に、エッチングガスとして二酸化硫黄と酸素との混合ガスを用いた有機系反射防止膜のドライエッチング工程について説明する。

【0025】図4は、従来の半導体装置の製造方法における有機系反射防止膜のドライエッチング工程の他の例を説明するための図であり、エッチングガスとして二酸化硫黄と酸素との混合ガスを用いた場合の例を示す。また、図5は、図4に示す有機系反射防止膜42のドライエッチング工程における混合ガス中の二酸化硫黄の混合比とフォトレジスト層43の状態との関係を示す図である。なお、図5においては、フォトレジスト層43の状態として、フォトレジスト層43のドライエッチング工程後のマスク残膜Mと、フォトレジスト層43のドライエッチング工程前のマスク寸法Tからドライエッチング工程後のマスク寸法tへの変動分であるマスク寸法変動とが示されている。

【0026】まず、Siからなる導電膜41上に、100～150nmの膜厚を具備する有機系反射防止膜42と、500nmの膜厚を具備するフォトレジスト膜43とを順次成膜し、フォトレジスト膜43に所望のマスクパターンを形成する(図4(a))。

【0027】その後、有機系反射防止膜42に対してフォトレジスト膜43をマスクとして二酸化硫黄と酸素との混合ガスによりドライエッチングを行う(図4(b))。

【0028】本従来例においては、エッチングガスとして二酸化硫黄と酸素との混合ガスを用いているため、有機系反射防止膜42のドライエッチング工程時に導電膜41が同時にエッチングされることがない。

【0029】また、混合ガス中の二酸化硫黄とフォトレジスト膜43中の炭素成分とが結合して反応生成物(C<sub>Sx</sub>)が生成され、この反応生成物がデボ膜(側壁保護膜)44として有機系反射防止膜42及びフォトレジスト膜43の側壁に付着するため、フォトレジスト膜43がデボ膜44により保護されることになる。

【0030】これにより、有機系反射防止膜42に対してマスクパターンが形成可能な条件下で混合ガス中の二酸化硫黄の混合比を最適化した場合においては、図5に示すように、L/Sパターン及び孤立ラインともにフォトレジスト膜43のマスク寸法変動を0.01μm以下に抑制することができる。

【0031】なお、本従来例においては、混合ガス中の二酸化硫黄の混合比が約20%以下である場合に、有機

系反射防止膜42に対してマスクパターンが形成不能になる。

【0032】しかしながら、二酸化硫黄と酸素との混合ガスにおいては、二酸化硫黄がデポ膜44の要素として有機系反射防止膜42及びフォトレジスト膜43の側壁に付着するため、有機系反射防止膜42に対するエッチングガスとしては実質的に酸素のみが用いられることになり、これにより、フォトレジスト膜43と有機系反射防止膜42との選択比が低下してしまう。

【0033】このため、有機系反射防止膜42のドライエッチング工程後のフォトレジスト膜43のマスク残膜Mを確保することが困難となり、次工程の導電膜41のドライエッチング工程時にフォトレジスト膜43をマスクとして使用することができないおそれがある。

【0034】具体例を挙げると、混合ガス中の二酸化硫黄の混合比が50%前後である場合においては、L/Sパターン及び孤立ラインを形成する場合のフォトレジスト膜43のマスク寸法変動を、共に、有機系反射防止膜42のドライエッチング工程前後で0.01 $\mu$ m以下に抑制することができるが、有機系反射防止膜42のドライエッチング工程後のフォトレジスト膜43のマスク残膜Mが約200nmであるため、次工程の導電膜41のドライエッチング工程時にフォトレジスト膜43をマスクとして使用することができなくなってしまう。

【0035】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、図2～図5を用いて説明した従来の半導体装置の製造方法においては、有機系反射防止膜のドライエッチング工程時に、フォトレジスト層のマスク残膜の確保と、フォトレジスト層のマスク寸法変動の抑制とを両立させることができないという問題点がある。

【0036】本発明は上述したような従来の技術が有する問題点を鑑みてなされたものであって、有機系反射防止膜のドライエッチング工程時に、フォトレジスト膜のマスク寸法変動を抑制するとともに、次工程の導電膜のドライエッチング工程時にフォトレジスト膜に必要とされるマスク残膜を確保することができる半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0037】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、導電膜上に有機系反射防止膜とフォトレジスト膜とを順次成膜する工程と、前記フォトレジスト膜にマスクパターンを形成する工程と、前記有機系反射防止膜に対してエッチングガスによりドライエッチングを行う工程とを含む半導体装置の製造方法において、前記エッチングガスは、二酸化硫黄と酸素と塩素との混合ガスであることを特徴とする。

【0038】また、前記混合ガス中の二酸化硫黄の混合比は、10%～80%の範囲であることを特徴とする。

【0039】また、前記混合ガス中の酸素の混合比は、

10%～80%の範囲であることを特徴とする。

【0040】また、前記混合ガス中の塩素の混合比は、10%～60%の範囲であることを特徴とする。

【0041】また、ICP型ドライエッチング装置によって、前記有機系反射防止膜のドライエッチングを行うことを特徴とする。

【0042】また、前記ICP型ドライエッチング装置の使用条件は、ソースパワーが200W～600Wの範囲であり、かつ、バイアスパワーが20W～80Wの範囲であり、かつ、ガス圧が0.4Pa～6.7Paの範囲であることを特徴とする。

【0043】また、反応性イオンエッチング装置、ECR型エッチング装置及びマイクロ波プラズマエッチング装置のエッチング装置からなる群の中から選ばれたエッチング装置によって、前記有機系反射防止膜のドライエッチングを行うことを特徴とする。

【0044】(作用) 上記のように構成された本発明においては、有機系反射防止膜のドライエッチング工程時に、エッチングガスとして二酸化硫黄と酸素と塩素との混合ガスを用いているため、混合ガス中の二酸化硫黄が作用して生成された反応生成物によってフォトレジスト膜の側壁が保護されるとともに、混合ガス中の塩素によってフォトレジスト膜と有機系反射防止膜との選択比の向上が図られる。

【0045】また、混合ガス中の二酸化硫黄、酸素及び塩素のそれぞれの混合比を、二酸化硫黄が10%～80%、酸素が10%～80%及び塩素が10%～60%とした場合においては、有機系反射防止膜のパターン形成不能及び導電膜の地下膜やられを発生させることなく、フォトレジスト膜のマスク寸法変動が抑制されるとともに、次工程の導電膜のドライエッチング工程時にフォトレジスト膜に必要とされるマスク残膜が確保される。

【0046】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施例の形態について図面を参照して説明する。

【0047】図1は、本発明の半導体装置の製造方法の実施の一形態における有機系反射防止膜のドライエッチング工程を説明するための図である。

【0048】まず、Siからなる導電膜11上に、主成分がメラミン樹脂誘導体であり、100～150nmの膜厚を具備する有機系反射防止膜12と、主成分がアセタール系樹脂であり、500nmの膜厚を具備するフォトレジスト膜13とを回転塗布法により成膜し、フォトレジスト膜13に対して縮小投影型露光機及び現像装置を用いて露光及び現像を行うことにより、フォトレジスト膜13に所望のマスクパターンを形成する(図1(a))。

【0049】その後、導電膜11上に成膜された有機系反射防止膜12に対して、フォトレジスト膜13をマスクとして二酸化硫黄と酸素と塩素との混合ガスによりド

ライエッチングを行う(図1(a))。

【0050】本形態においては、二酸化硫黄と酸素と塩素との混合ガス中の二酸化硫黄と酸素と塩素とのそれぞれの混合比は、塩素が50%、酸素が12.5%、二酸化硫黄が37.5%である。

【0051】なお、二酸化硫黄と酸素と塩素との混合ガス中の二酸化硫黄と酸素と塩素とのそれぞれの混合比は、塩素が10%~60%、酸素が10%~80%、二酸化硫黄が10%~80%の範囲にあることが好ましい。

【0052】また、本形態においては、ICP(Inductive Coupled Plasma)型ドライエッチング装置を用いて有機系反射防止膜12のドライエッチングが行われており、このICP型ドライエッチング装置の使用条件は、ガス圧が2.0Pa、ソースパワーが400W、バイアスパワーが40Wである。

【0053】なお、ICP型ドライエッチング装置の使用条件は、ソースパワーが200W~600W、バイアスパワーが20W~80W、ガス圧が0.4Pa~6.7Paの範囲にあることが好ましい。

【0054】上述したように本形態においては、エッチングガスとして二酸化硫黄と酸素と塩素との混合ガスを用いているため、混合ガス中の二酸化硫黄が作用して生成された反応生成物(CS<sub>x</sub>)によってフォトレジスト膜の側壁を保護するためのデボ膜14が形成されるとともに、混合ガス中の塩素によってフォトレジスト膜13と有機系反射防止膜12との選択比の向上が図られる。

【0055】また、混合ガス中の二酸化硫黄、酸素及び塩素のそれぞれの混合比を最適化しているため、有機系反射防止膜12のパターン形成不能及び導電膜11の下部膜やれを発生させることなく、L/Sパターン及び孤立ラインを形成する場合のフォトレジスト膜13のマスク寸法変動を、共に、0.01μm以下に抑制することができるとともに、次工程の導電膜11のドライエッチング工程時にフォトレジスト膜13に必要とされる250nm以上のマスク残膜Mを確保することができる。

【0056】なお、本形態においては、ICP型ドライエッチング装置を用いて有機系反射防止膜12のドライエッチングを行っているが、本発明に用いられるドライエッチング装置としては、ICP型ドライエッチング装置に限定されるものではなく、例えば、反応性イオンエ

ッチング装置、ECR型エッチング装置或いはマイクロ波プラズマエッチング装置等を用いることができる。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、有機系反射防止膜のドライエッチング工程時に、エッチングガスとして二酸化硫黄と酸素と塩素との混合ガスを用いているため、混合ガス中の二酸化硫黄が作用して生成された反応生成物によってフォトレジスト膜の側壁を保護することができるとともに、混合ガス中の塩素によってフォトレジスト膜と有機系反射防止膜との選択比の向上を図ることができる。

【0058】また、混合ガス中の二酸化硫黄、酸素及び塩素のそれぞれの混合比を、二酸化硫黄が10%~80%、酸素が10%~80%及び塩素が10%~60%とした場合においては、有機系反射防止膜のパターン形成不能及び導電膜の下部膜やれを発生させることなく、フォトレジスト膜のマスク寸法変動を抑制することができるとともに、次工程の導電膜のドライエッチング工程時にフォトレジスト膜に必要とされるマスク残膜を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体装置の製造方法の実施の一形態における有機系反射防止膜のドライエッチング工程を説明するための図である。

【図2】従来の半導体装置の製造方法における有機系反射防止膜のドライエッチング工程の一例を説明するための図である。

【図3】図2に示した有機系反射防止膜のドライエッチング工程における混合ガス中の塩素の混合比とフォトレジスト層の状態との関係を示す図である。

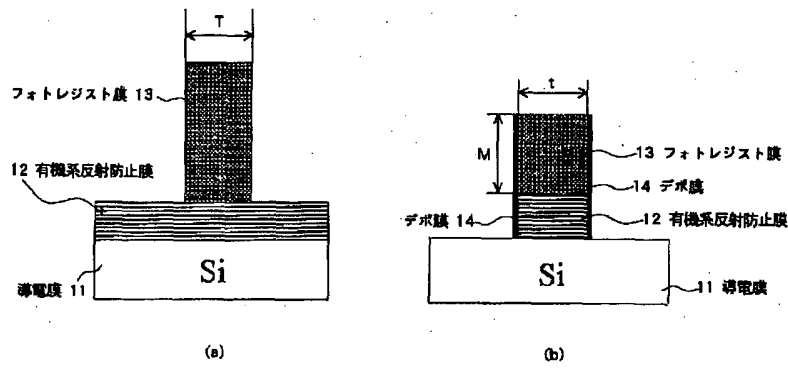
【図4】従来の半導体装置の製造方法における有機系反射防止膜のドライエッチング工程の他の例を説明するための図である。

【図5】図4に示した有機系反射防止膜のドライエッチング工程における混合ガス中の二酸化硫黄の混合比とフォトレジスト層の状態との関係を示す図である。

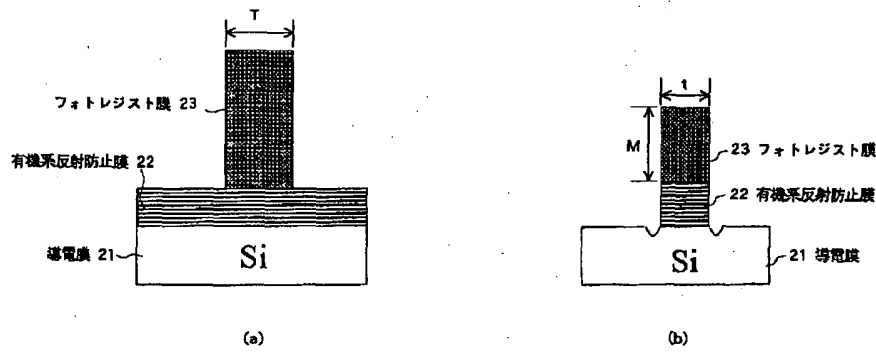
【符号の説明】

- 11 導電膜
- 12 有機系反射防止膜
- 13 フォトレジスト膜
- 14 デボ膜

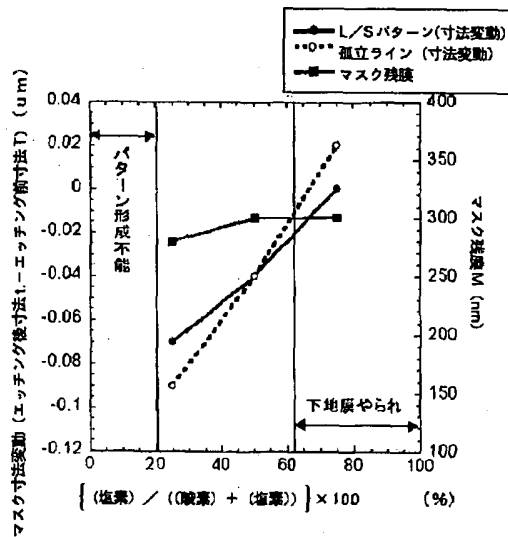
【図1】



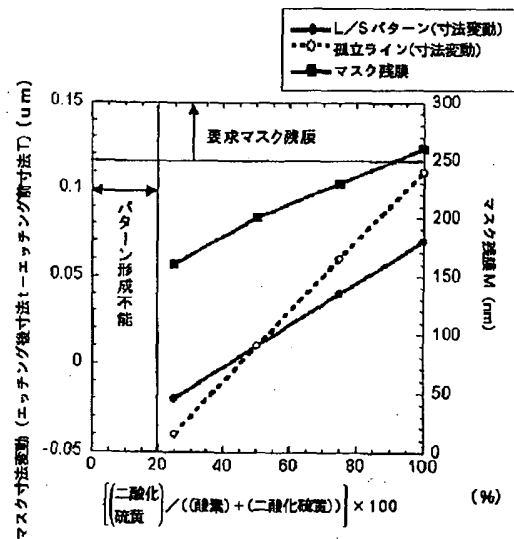
【図2】



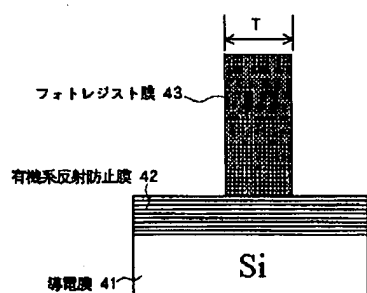
【図3】



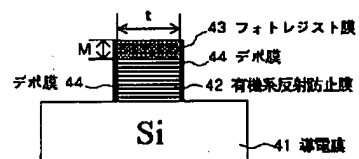
【図5】



【図4】



(a)



(b)